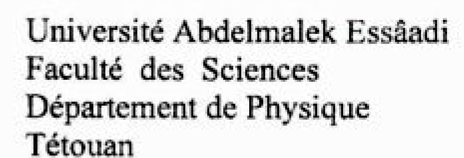

Université Abdelmalek Essâadi
Faculté des Sciences
Département de Physique
Tétouan

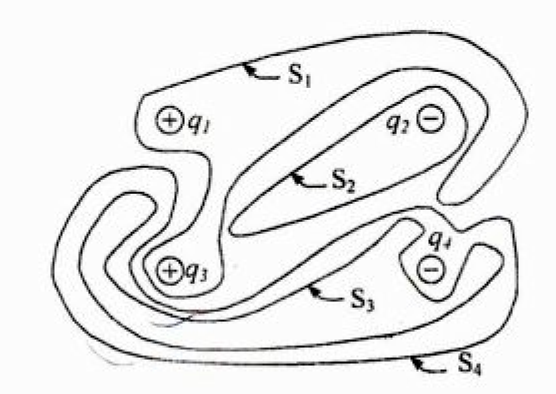


Année : 2008/2009
SMA-SMI

TD d'Eléctricité
Série n° 3

Exercice 1 :

Soit la distribution de charge et les surfaces fermées ci-jointes avec les valeurs de charges suivantes :



q1=+50 μC, q2=-20 μC, q3=+35 μC et q4=-15 μC .

a) Quel est le flux électrique traversant la surface S1 ?
b) Quel est le flux électrique traversant la surface S2 ?
c) Quel est le flux électrique traversant la surface S3 ?
d) Quel est le flux électrique traversant la surface S4 ?

Exercice 2 :

Soit un fil rectiligne de longueur infinie chargé uniformément. La densité linéaire de charge du fil est $\lambda = 500 \cdot 10^{-6}$ C/m.

Quelle est l'expression du flux électrique produit par une longueur ℓ de fil ?
Quel est le flux électrique produit par une longueur de 20 cm de fil ?
Quelle est l'expression du champ électrique à une distance r du fil ?
Quelle est la grandeur du champ électrique à la distance de 5 cm du fil ?

Exercice 3 :

On considère deux sphères non conductrices (S_1) et (S_2) de même centre O et de rayon R_1 et R_2 ($R_2 > R_2$). (S_1) est chargée uniformément en volume avec une densité volumique ρ>O. (S_2) est chargée uniformément sur la surface avec une densité superficielle σ >O. On considère trois points quelconques M_1, M_2 et M_3 tel que :

$OM_1=r_1$ avec $r_1<R_1$
$OM_2=r_2$ avec $R_1 < r_1 < R_2$
$OM_3 = r_3$ avec $r_3 > R_2$.

1/ Calculer la charge :

a) Q_1 contenue dans la sphère (S_1) en fonction de R_1 et ρ.
b) Q_2 répartie sur la sphère (S_2) en fonction de R_2 et σ.



2/ Déterminer le champ électrique total :

a) $\vec{E}_3$ produit au point M_3 .

b) $\vec{E}_2$ produit au point M_2 .

c) $\vec{E}_1$ produit au point M_1 .

3/ Calculer le potentiel électrique total :

a) V_3 produit au point M_3 .
b) V_2 produit au point M_2.

Exercice 4 :

A l'intérieur d'un cylindre indéfini, d'axe Z'Z, de rayon R, se trouve des particules chargées réparties avec une densité volumique de charge ρ.

a) Déterminer le module du champ électrostatique E(r) en tout point intérieur et extérieur au cylindre dans les deux hypothèses suivantes :
$\rho = \rho_0 = cte$
$\rho = \rho_0\left[1+(\frac{r}{R})^2\right]$

b) Tracer sur un même graphe les courbes E(r) dans les deux cas.

c) Déduire , du calcul précédent, le champ E(r) crée par un conducteur fililforme indéfini, uniformément électrisé avec une densité linéaire λ .



Université Abdelmalek Essâadi
Faculté des Sciences
Département de Physique
Tétouan



Année : 2008/2009
SMA-SMI

TD d'Eléctricité : Réponse
Exercice N° 4 - Série n° 3

a- Calcul du champ électrostatique :
Le théorème de Gauss donne :

$$\varphi = \oiint_{\Sigma} \vec{E}.\vec{ds} = \frac{1}{\varepsilon_0} \iiint \rho d\tau$$

► Au point $M_1 < R$

La surface de Gauss est le cylindre de rayon r et de hauteur h.
Sur ce cylindre *le champ* est radial et E =Cte pour r = Cte, d'où :

$$\oiint_{\Sigma} \vec{E}.\vec{ds} = E.S_{\Sigma} = E\, 2\pi rh$$

♦ Pour $\rho = \rho_0 = Cte$ $\qquad E\, 2\pi rh = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0} \pi r^2 h$

soit $\boxed{E = \frac{\rho_0}{2\varepsilon_0} r}$ avec $\boxed{\vec{E} = E\,\vec{e}_r}$

♦ Pour $\rho = \rho_0 \left(1 + \left(\frac{r}{r}\right)^2\right)$ $\qquad E\, 2\pi rh = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0} \iiint \left(1 + \left(\frac{r}{r}\right)^2\right) d\tau$

$d\tau = dr\, rd\theta\, dz$ (élément de volume en coordonnées cylindriques)

Soit $E\, 2\pi rh = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0} \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^h dz \int_0^r (r + \frac{r^3}{R^2}) dr = 2\pi h \rho_0 (\frac{r^2}{2} + \frac{r^4}{4R^2})$

Finalement $\boxed{E = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0}(\frac{r}{2} + \frac{r^3}{4R^2})}$ avec $\boxed{\vec{E} = E\,\vec{e}_r}$

► Au point $M_2 > R$

$$E 2\pi rh = \frac{1}{\varepsilon_0} \iiint \rho d\tau$$

♦ Pour $\rho = \rho_0 = Cte$ $\quad E\, 2\pi rh = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0} \pi R^2 h$ $\qquad$ soit $\boxed{E = \frac{\rho_0}{2\varepsilon_0} \frac{R^2}{r}}$ avec $\boxed{\vec{E} = E\,\vec{e}_r}$

♦ Pour $\rho = \rho_0 \left(1 + \left(\frac{r}{r}\right)^2\right)$ $\qquad E\, 2\pi rh = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0} \iiint \left(1 + \left(\frac{r}{r}\right)^2\right) d\tau$

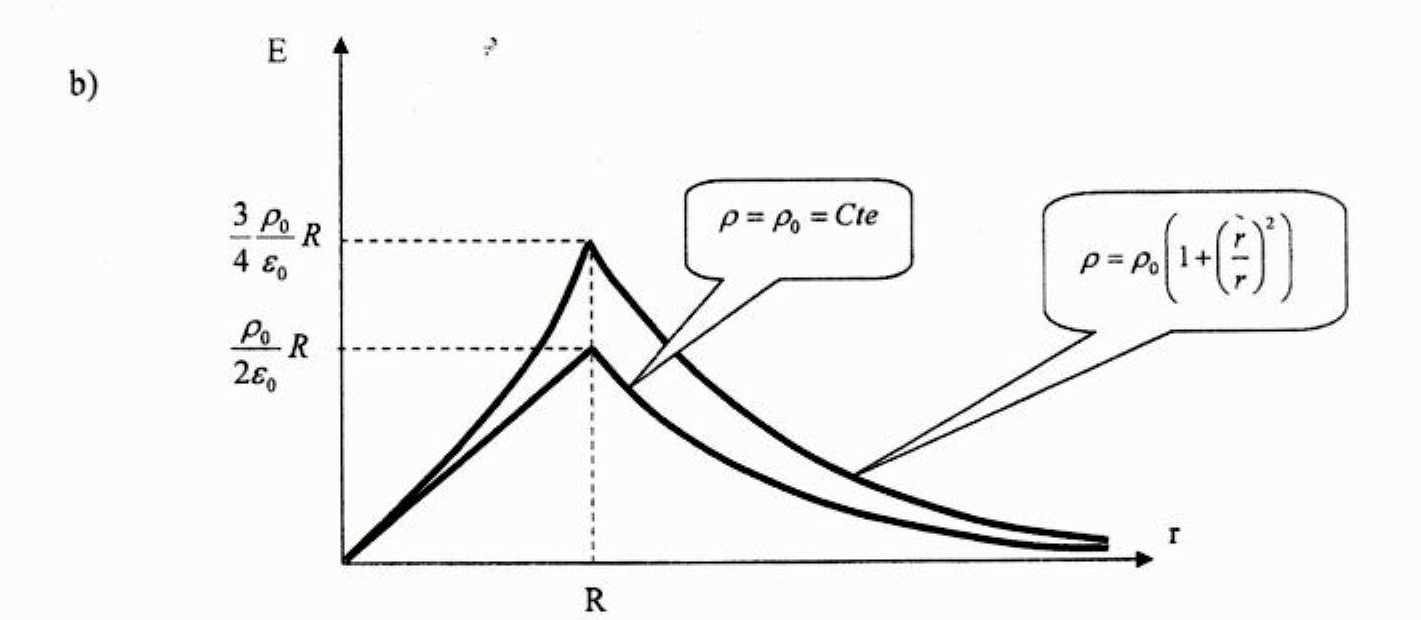
$d\tau = dr\, rd\theta\, dz$ (élément de volume en coordonnées cylindriques)

Soit $E\, 2\pi rh = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0} \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^h dz \int_0^R (r + \frac{r^3}{R^2}) dr = 2\pi h \rho_0 (\frac{R^2}{2} + \frac{R^4}{4R^2})$

Finalement $\boxed{E = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0} \frac{3R^2}{4} \frac{1}{r}}$ avec $\boxed{\vec{E} = E\,\vec{e}_r}$



b)



C) Cas d'un fil infini :

Pour un cylindre de hauteur h la charge totale est : $Q = \iiint \rho_0 d\tau = \rho_0 \pi R^2 h$

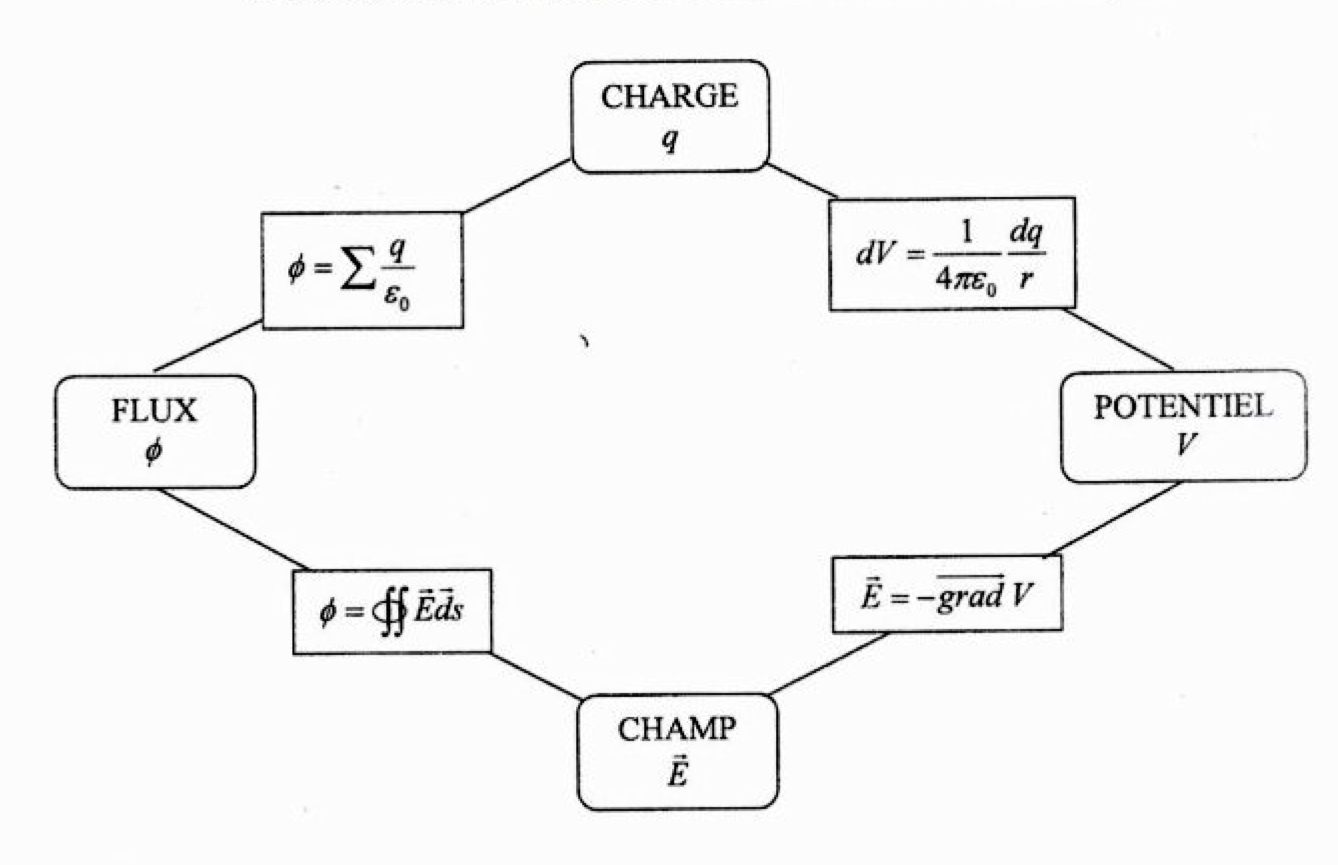
Pour un fil de hauteur h la charge totale est : $Q = \int_0^h \lambda dl = \lambda h$

D'où $\rho_0 \pi R^2 h = \lambda h$ soit $\Rightarrow \rho_0 R^2 = \frac{\lambda}{\pi}$

Or pour un cylindre on a : $E = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0}\frac{3R^2}{4}\frac{1}{r}$

Donc pour un fil $\boxed{E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r}}$

RECAPITULATION DES METHODES DE DETERMINATION DU CHAMP ELECTROSTATIQUE






ETUSUP.com